

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE
ALGER

PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

THEME :

Le lait de chèvre et sa transformation fromagère

Présenté par :

-TALA Nabil.

- SAFI Abadhar El Arabi.

Soutenu le 06 /10 / 2010

Jury :

Président: Mr. LAAMARI. A.

Examineur : Mme.SAHRAOUI. L.

Examineur : Mlle.MOUZALI. L.

Promoteur: Mr.ZOUAMBI. B.

Maitre-Assistant A

ENSV

Pr Ingénieur

ENSV

Maître-Assistant B

ENSV

Maître-Assistant A

ENSV

Année universitaire : 2009 – 2010.

Remerciements

Nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la volonté et le savoir faire pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier profondément et sincèrement notre promoteur Mr ZOUAMBI.B pour sa disponibilité, ses précieux conseils, ses encouragements et sa confiance en nous.

Nous exprimons notre profonde gratitude à Mr LAAMARI.A, pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire de projet de fin d'étude.

Nous sommes honorés par la participation de Mme SAHRAOUI.L et Mlle MOUZALI.L enseignants à l'E.N.S.V d'Alger, comme membres examinateurs de ce mémoire de projet de fin d'étude.

Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Partie théorique

I.	Le lait de chèvre	1
1.	Les généralités	1
2.	La composition du lait de chèvre	1
2.1.	La composition globale.....	1
2.2.	La matière grasse(MG)	2
2.3.	Les matières azotées(MA)	2
2.4.	Le lactose.....	3
2.5.	Les sels minéraux	3
3.	Les facteurs de variation	3
3.1.	Les Facteurs liés à l'animal	3
3.1.1.	La race	3
3.1.2.	La sélection.....	4
3.1.3.	Le stade de lactation.....	4
3.1.4.	Les mois de mise - bas	4
3.1.5.	L'État sanitaire de l'animal	4
3.2.	Les facteurs liés aux conditions d'élevage	5
3.2.1.	L'alimentation	5
3.2.2.	La traite	5
3.3.	Les facteurs liés à l'environnement	5
3.3.1.	La saison	5
3.3.2.	Le climat	5
4.	La composition microbiologique du lait.....	5
4.1.	La flore initiale	6
4.2.	La flore de contamination	6
4.3.	Les principaux défauts du lait.....	6
4.3.1.	Le lait acide	6
4.3.2.	Le lait rance	6
4.3.3.	Le lait caséux	7
4.3.4.	Le lait gonflant	7
4.3.5.	Le lait filant	7
4.4.	Les moyens d'obtention d'un lait de bonne qualité.....	7
4.4.1.	Au niveau de l'élevage des chèvres	7
4.4.2.	Au niveau de la traite et de la conservation du lait.....	7

5.	Le comportement technologique du lait de chèvre	8
5.1.	Le comportement du lait vis-à-vis de la présure	8
5.2.	Le comportement des laits vis-à-vis de la chaleur.....	8
5.3.	La sensibilité à la lipolyse	8
II.	la transformation du lait essentiellement fromagère	8
1.	La fabrication lactique	8
1.1.	Les contrôles	8
1.1.1.	L'acidité	8
1.1.2.	L'analyse bactériologique.....	9
1.2.	Les paramètres et les phases de fabrication.....	10
1.2.1.	La conservation et la maturation	10
1.2.2.	les ferments lactiques.....	11
1.2.3.	Le caillage et la coagulation.....	11
1.2.4.	Le moulage	12
1.2.5.	L'égouttage et les retournements	14
1.2.6.	Le Salage.....	15
1.2.7.	Ressuyage et Séchage	16
1.2.8.	L'affinage.....	16
2.	La fabrication de type présure	17
2.1.	Généralités :	17
2.2.	Descriptif du produit :.....	18
2.3.	Différentes phases	18
2.3.1.	Maturation	18
2.3.2.	Coagulation	18
2.3.4.	Le salage	20
2.3.5.	Le séchage	20
2.3.6.	L'affinage.....	20

Partie Expérimentale

1. Objectif :	22
2. Les étapes de notre étude expérimentale consistent en :	22
2.1. La récolte du lait :	22
2.2. Analyse du lait :	22
2.3. Etapes de fabrication de fromage par voie traditionnelle :	25
2.3.1. filtration :	25
2.3.2. emprésurage :	25
2.3.3. caillage :	26
2.3.4. moulage et égouttage :	27
2.3.5. démoulage et retournement :	27
2.3.6. salage :	28
2.3.7. séchage :	29
2.3.8. l'affinage :	29
3. Conclusion :	30

Liste des tableaux :

- **Tableau 1** : comparaison des deux laits (chèvre/vache)
- **Tableau 2** : influence de la population microbienne et de la température de conservation sur la qualité bactériologique du lait
- **Tableau 3** : effet de l'air sur le fromage
- **Tableau 4** : conditions de température et d'hygrométrie
- **Tableau 5** : comparaison entre les valeurs obtenues et les valeurs usuelles

Liste des figures :

- **Figure 1** : schéma simplifié de la micelle de caséine

Liste des photos :

- **Photo 1** : la récolte du lait
- **Photo 2** : chèvres de race locale
- **Photo 3** : détermination de la masse volumique
- **Photo 4** : détermination de l'acidité titrable
- **Photo 5** : détermination de la matière sèche totale
- **Photo 6** : détermination du pH
- **Photo 7** : détermination de la teneur en matière grasse
- **Photo 8** : un filtre
- **Photo 9** : filtration du lait
- **Photo 10** : présure de chevreaux
- **Photo 11 et 12** : emprésurage et homogénéisation
- **Photo 13** : caillage
- **Photo 14,15 et 16** : moulage et égouttage
- **Photo 17,18 et 19** : démoulage et retournement
- **Photo 20,21 et 22** : salage
- **Photo 23 et 24** : séchage
- **Photo 25,26 et 27** : affinage

Problématique:

La chèvre peut être considérée comme une source d'apport protéique d'origine animale non négligeable surtout dans les régions difficiles d'accès où elle valorise des espèces végétales de moindres valeurs.

La pratique des élevages selon des techniques modernes dans certains pays occidentaux a permis d'exploiter d'une façon rationnelle le lait de chèvre surtout pour la transformation fromagère.

Dans notre pays, le lait de chèvre est très peu apprécié et de ce fait très peu consommé.

Le coût très élevé des protéines d'origine animale (viande rouge, poisson), fait qu'une bonne majorité d'Algériens ne satisfassent leurs besoins en protéines d'origines animales.

L'exploitation de troupeaux de chèvre dans les régions reculées du pays et la transformation du lait en fromage pourrait diminuer dans une certaine mesure de l'importance de ce problème.

L'Algérie importe plus de 750 millions de dollars de poudre de lait par an (source ONIL), il faudra réfléchir et explorer toutes les solutions possibles pour alléger le pays de ce lourd fardeau.

Il est certain que l'élevage de la chèvre et l'exploitation de son lait pour la fabrication de fromage est une des solutions qu'il ne faudra pas négliger.

Partie
théorique

Partie théorique :

I. Le lait de chèvre

1. Les généralités

D'une situation de production marginale, la production de lait de chèvre se place en troisième position dans le monde après celle du lait de vache et de bufflonne.

La fabrication de fromages reste dans le monde la principale source de valorisation du lait de chèvre s'appuyant la plupart du temps sur des techniques traditionnelles fermières. **MIETTON B. (1986)**.

2. La composition du lait de chèvre

2.1. La composition globale

Les composants du lait de chèvre sont les suivants :

- L'eau
- La matière azotée
- La matière grasse
- Le lactose
- Les sels minéraux
- les vitamines

Sa comparaison avec le lait de vache montre que leur composition respective est relativement proche.

Les quantités de lactose et de matières minérales dans les deux laits sont assez voisines.

Par contre on peut souligner que la concentration en matière sèche du lait de chèvre est inférieure à celle du lait de vache d'environ 10%.

Composition	Vache	Chèvre
Eau	900g	910g
Matière grasse	36-40g	33-38g
Lactose	48-50g	47-48g
Sels minéraux	7-8g	7-8g
Matières azotées		
Caséine	24g	48g
Protéines solubles	7g	10g
N P N *	2g	2g

Tableau 1 : comparaison des deux laits (chèvre/vache)

source : Michel LEPAGE. (1986)

2.2. La matière grasse(MG)

Un litre de lait de chèvre en contient en moyenne 30 à 40g. cette quantité est appelée « taux butyreux ».

L'élément de base des matières grasses est la glycéride qui est une association du glycérol (un alcool) à 1, 2 ou 3 acides gras. La nature des acides gras ainsi fixés détermine certaines propriétés et en particulier la **consistance** de la matière grasse (matière grasse solide ou liquide).

La matière grasse se présente sous forme de globules gras de faible diamètre (65% de diamètre inférieur à 3 microns contre 43% dans le lait de vache).

La présence, dans le lait de chèvre, de ces nombreux petits globules (1 ml de lait entier en contient près de 10 milliards) et l'absence d'agglutinines entraînent un phénomène de crémage (remontée) moins rapide et moins prononcé que celui du lait de vache.

Sa matière grasse est composée essentiellement de triglycérides dont les éléments de base sont les acides gras à courte chaîne : 17% d'acides gras caprique, caprylique et caproïque contre 5% dans le lait de vache.

En se plaçant sur le plan organoleptique, un lait riche en MG va donner un fromage qui aura une meilleure texture et un goût plus prononcé.

La matière grasse joue un rôle dans le rendement fromager (proportion de 20 à 25%).

L'absence de carotène donne à la matière grasse du lait de chèvre et aux produits laitiers caprins une blancheur typique.

✓ Remarque :

Les odeurs d'étable, d'alimentation ou de fermentation sont facilement fixées par la matière grasse.

Sous l'effet des enzymes naturelles ou secrétées par des micro-organismes, les glycérides peuvent être dissociés en glycérol et en acides gras. Certains acides gras ont un goût et une odeur de rance. **LUQUET F.M. (1986).**

2.3. Les matières azotées(MA)

Le lait contient en moyenne 27 à 32g/l de matière azotée.

Celle-ci se compose de protéines ou matières protéiques pour 92%(caséine, albumine, globuline) et de matière azotée non protéique pour 8%.

La principale MA est la caséine : constituant essentiel pour la fromagerie. Sa propriété importante est de coaguler sous l'action de la présure ou par acidification : *c'est le caillage du lait.*

Pour le lait de chèvre :

- la fraction azotée non protéique (NPN) éliminée dans le sérum représente 8% du total azoté contre 5% dans le lait de vache.
- l'autre partie (fraction protéique): Les protéines constituent 92% de l'azote du lait .Elles ont un rôle technologique fondamental.

Ce qu'on appelle usuellement « la caséine » est un assemblage de diverses caséines de composition proche mais légèrement différentes : caséines α , β , κ ...

Le pourcentage plus faible de protéines coagulables (70.9% contre 75 à 76% dans le lait de vache) explique la texture plus lâche du coagulum, les pertes de caillé au moulage et à l'égouttage. Tous ces éléments induisent des rendements fromagers plutôt médiocres.

2.4. Le lactose

C'est le sucre du lait. Un litre en contient 43 à 48g de lactose.

Il est en solution vraie, c'est-à-dire totalement dissous dans l'eau du lait.

Le lactose est susceptible d'être transformé en acide lactique par les organismes contenus dans le lait.

Cette transformation intervient de façon importante dans de nombreuses fabrications : fromages, yaourts.

2.5. Les sels minéraux

Ce sont des sels de calcium, magnésium, sodium... Sous la forme de phosphates, chlorures, citrates, sulfates.

Ils sont très utiles sous l'aspect technologique et également sous l'aspect nutritif.

Le plus important pour la fabrication fromagère est le calcium.

Il forme le squelette de la micelle de caséine et il sera le squelette du gel ou caillé après l'action de la présure. **REMEUF F. (1985).**

3. Les facteurs de variation

Le lait de chèvre n'a pas une composition rigoureusement constante. Les principaux facteurs de variation peuvent être classés en trois groupes : ceux liés à l'animal, ceux liés aux conditions d'élevage et ceux liés à l'environnement.

3.1. Les Facteurs liés à l'animal

3.1.1. La race

Dans le monde, on observe des variations importantes dans les quantités de production de lait et dans sa composition selon la race et le lieu géographique.

En France, les races sélectionnées et exploitées ont des productions laitières, des taux butyreux(TB) et des taux protéiques(TP) assez voisins.

3.1.2. La sélection

L'expérience de ces dernières années montre qu'un programme de sélection basé uniquement sur les quantités de lait provoque inévitablement une baisse de sa richesse.

Pour éviter un appauvrissement du lait, la sélection sur les quantités de MG ou de MP (matière protéique) doit être associée au maintien d'un taux butyreux ou d'un taux protéique minimum.

3.1.3. Le stade de lactation

La richesse du lait (TB et TP) est inversement proportionnelle à la quantité de lait produite.

Les variations de TB ont une plus forte amplitude que celles de TP.

La production laitière des chèvres augmente jusqu'à la troisième lactation puis baisse régulièrement au cours des lactations suivantes. Le TP diminue très faiblement de la 1 ère à la 8ème lactation (-0.5‰) et le TB augmente sensiblement (+2.3 ‰).

3.1.4. Les mois de mise - bas

Les laits produits pendant les périodes de mise- bas précoce (novembre) sont plus riches en MG et MA par rapport à ceux produits pendant les périodes de mise - bas tardive (mars).

3.1.5. L'État sanitaire de l'animal

La plupart des maladies infectieuses (mammite) perturbant le fonctionnement de la mamelle provoquent des modifications de la composition du lait.

La mammite se traduit par une infection de la glande mammaire provoquée par des germes pathogènes.

On assiste alors à une diminution de la production laitière avec en parallèle une composition chimique anormale :

- ✚ baisse des teneurs en MG, caséine et lactose
- ✚ augmentation du taux de protéines solubles

Ces modifications de la composition du lait entraînent des difficultés de fabrication du fromage.

La coagulation est rendue plus difficile à cause de l'élévation du taux de protéines solubles (temps de prise plus long, caillé mou, baisse de rendement, défauts de texture du fromage).
MIETTON B. (1986).

3.2. Les facteurs liés aux conditions d'élevage

3.2.1. L'alimentation

C'est un des facteurs importants de la variation de la composition du lait et en particulier celle de la MG.

La fraction azotée est peu influencée par la matière du régime. Par contre, il faut d'après Morand-Fehr faire attention à l'emploi d'aliments riches en azote facilement dégradables (ensilage d'herbe) qui en excès conduisent à des accidents en fromagerie (augmentation du taux d'urée dans le lait)

D'après Morand-Fehr, le taux en MG des laits est souvent trop bas par :

- ❖ manque de fibres (alimentation à base d'ensilage et de concentré)
- ❖ utilisation de rations à base de foin et de tourteaux maigres, pauvres en acides gras à longue chaîne.

3.2.2. La traite

La teneur en MG s'élève au cours de la traite. Elle est de 15g/l lors des premiers jets de la traite et 120g/l à la fin de celle-ci.

L'accroissement de l'intervalle entre deux traites provoque une baisse du TB (intervalle entre deux traites correct : 8 à 12 heures).

Le lait de chèvre du soir est plus riche que celui du matin avec des écarts de 5 à 8 g/l pour le TB et de 1 à 2 g/l pour le TP.

3.3. Les facteurs liés à l'environnement

3.3.1. La saison

Les teneurs en TB seraient minimales à la fin du printemps et maximales en automne et les teneurs en TP seraient minimales à la fin de l'hiver et du printemps et maximales au début du printemps et de l'automne.

3.3.2. Le climat

Aucune étude ne permet d'avoir des précisions sur les relations entre les variations de la composition du lait et les effets des facteurs climatiques (température, humidité). **MORAND FEHR P. (1986).**

4. La composition microbiologique du lait

Le lait même sain contient toujours des microbes. C'est ce qu'on appelle : la flore du lait.

Cette dernière se décompose comme suit :

4.1. La flore initiale

Le lait n'est jamais stérile à la sortie de la mamelle. Cette flore est faible mais inévitable : entre 500 et 2000 germes/ml .Il s'agit de germes qui remontent le canal du trayon.

Lorsque l'animal est malade, son lait contient les germes de cette maladie qui peut se transmettre au consommateur de lait cru.

Dans des conditions d'hygiène irréprochable, on peut récolter un lait contenant moins de 10.000 germes/ml.

4.2. La flore de contamination

Il s'agit des germes apportés par le contact du lait avec l'air ambiant, le matériel de traite et le personnel dès sa sortie du pis.

Ainsi le lait peut se peupler de microbes nuisibles dont la présence peut nuire à sa conservation et à sa transformation. **ROZIER J. CARLIER V. BOLNOT F(1985).**

Nombre de microbes dans le lait à la traite	4.000		40.000		150.000	
	24h	48h	24h	48h	24h	48h
4°C	4000	40 000	80 000	120 000	300 000	600 000
10°C	12 000	120 000	200 000	840 000	1,2M	15M

Tableau 2 : Influence de la population microbienne et de la température de conservation Sur la qualité bactériologique du lait source : Morand FEHR P. (1986)

La vitesse de multiplication des microbes est directement liée aux trois conditions suivantes :

- Température du lait
- Temps écoulé depuis la traite
- Contamination initiale

4.3. Les principaux défauts du lait

4.3.1. Le lait acide

Cause : forte population initiale en bactéries acidifiantes

Remède : bonne hygiène de traite, nettoyage du matériel et refroidir à -10°C

4.3.2. Le lait rance

Accidents fréquents sur des laits de fin de lactation

Cause : présence de germes lipolytiques comme les psychrotrophes

Remèdes : limiter le temps de conservation, refroidir rapidement et propreté du matériel.

4.3.3. Le lait caséux

Lait caillant à faible acidité, saveur amère

Cause : présence de bactéries protéolytiques

Remède : hygiène de traite et nettoyage du matériel

4.3.4. Le lait gonflant

Cause : présence de bactéries coliformes

Remèdes : hygiène de traite et propreté du matériel

4.3.5. Le lait filant

Certaines bactéries lactiques augmentent la viscosité du lait par la production de substance mucilagineuse. **ENIL DE SURGERE. (1984).**

4.4. Les moyens d'obtention d'un lait de bonne qualité

De la mamelle au bac de caillage, il est impératif d'obtenir et de conserver un lait de qualité originelle.

Les conditions d'obtention d'un lait de bonne qualité fromagère font appel à quelques règles de base situées à plusieurs niveaux. **Michel LEPAGE. (1986).**

4.4.1. Au niveau de l'élevage des chèvres

- Le bon état sanitaire du cheptel
- La prise en charge des mammites en les dépistant
- Alimentation saine et équilibrée
- L'étalement des mises-bas
- L'élimination des chèvres âgées

4.4.2. Au niveau de la traite et de la conservation du lait

- La correction des anomalies des machines de traite et des techniques de traite (éviter les transferts trop longs).
- Le nettoyage et la désinfection de toutes les surfaces en contact avec le lait
- refroidissement rapide associé au maintien de la température à 4°C

5. Le comportement technologique du lait de chèvre

Trois caractéristiques technologiques se dégagent :

- ✚ L'aptitude à la coagulation par la présure
- ✚ La stabilité thermique
- ✚ La sensibilité à la lipolyse

5.1. Le comportement du lait vis-à-vis de la présure

Les aptitudes fromagères du lait caprin sont plutôt médiocres par rapport au lait de vache pour les raisons suivantes :

- La teneur en caséine plus faible et le rapport caséine/matières azotées totales moins élevé
- La fermeté plus faible du gel de présure due aux fractions protéiques et minérales différentes

5.2. Le comportement des laits vis-à-vis de la chaleur

Le lait de chèvre a une stabilité thermique très basse, beaucoup plus inférieure que celle du lait de vache.

Cette instabilité est due à une teneur en calcium ionisé plus élevée et à un degré d'hydratation de la micelle moindre, plus faible que celle du lait de vache.

5.3. La sensibilité à la lipolyse

La membrane des globules gras du lait de chèvre pourrait être plus fragile que celle des globules de lait de vache. Ceci contribuerait à rendre le lait de chèvre sensible à la lipolyse entraînant des défauts organoleptiques (goût de rance) dans les produits laitiers. **ALAIS C. (1984).**

II. la transformation du lait essentiellement fromagère

1. La fabrication lactique

1.1. Les contrôles

1.1.1. L'acidité

La mesure de l'acidité consiste à l'évaluation de la quantité d'acide présente dans le lait ou à l'évolution quantitative de l'acide. **REMEUF F. (1985).**

Le contrôle est donné en quantité d'acide qui peut être de deux origines :

- ❖ L'acidité originelle
- ❖ L'acidité acquise

a) L'acidité originelle

Ce sont les fonctions acides des protéines et des sels minéraux qui donnent l'acidité de départ du lait à la sortie de la mamelle.

Ce qui nous donne un lait ayant une acidité de départ qui varie suivant la période de lactation et les variations de composition chimique, elle est de 20°D à la mise bas et descend à 13°D au 4ème mois de lactation ensuite augmente de façon continu jusqu'au tarissement .

b) L'acidité acquise

c'est l'acidité provenant de la transformation du sucre du lait(le lactose), par les enzymes produits par les ferments lactiques, en acide lactique.

c) La mesure de l'acidité DORNIC

Pour cette mesure, il est utilisé le principe chimique Acide-Base et la neutralisation qui est fait par l'action de la base qui est la soude dite DORNIC de titre N/9 sur l'acide présent dans le lait ou le sérum.

Le point de neutralisation de l'acide du lait par la soude est visible grâce à un indicateur coloré appelé phénol phtaléine.

Cet indicateur est incolore en milieu acide donc dans le lait ou le sérum et lorsqu'il ya neutralisation par la soude et donc après, un excès de soude le fait passer au rose.

1.1.2. L'analyse bactériologique

Elle pourra être faite lorsqu'il y a trop de problèmes de gonflement, de mauvais caillage ou tout accident important de caillé.

Cette analyse est longue et devra être donc un contrôle à un moment précis car elle ne pourra se faire que dans un laboratoire . Un échantillon sera pris dans un flacon stérile dans le cas du lait ou d'un fromage puis conservé à 4°c pendant le transport vers le laboratoire. Il devra être acheminé dans les 12 heures suivant la prise de l'échantillon. **CLEC.(1988)** .

Flore totale-coliformes-coliformes fécaux .

Nous pouvons déjà dire qu'il doit y avoir absence de coliformes fécaux. Pour les deux autres analyses, prenons les exemples suivants :

a) Le lait normal après la traite

- ***La flore totale*** : 100 à 300.000 germes/ml
- ***La flore coliforme*** : inférieure à 100 germes/ml

b) Le fromage provenant d'un lait normal

- ***La flore totale*** : 8 millions à 80 millions germes/gramme

- **La flore coliforme** : inférieure à 500 germes/gramme

Il est malgré tout difficile de donner des chiffres au lait et au fromage cru , mais nous pouvons quand même en vue d'obtenir une fabrication avec absence de gonflement et donc d'éviter d'avoir une pollution par les coliformes fécaux, de déterminer la présence ou non de ces germes et réagir de cela sur la qualité et l'hygiène du lait.

1.2. Les paramètres et les phases de fabrication

1.2.1. La conservation et la maturation

Suivant l'organisation de la fromagerie, nous trouverons trois systèmes :

a) L'empresurage immédiat après la traite

Ce système était fortement appliqué car il limite tout appareil de refroidissement et toute phase de refroidissement. Le lait était donc emprésuré après la traite à une température de 28-32°C. ce système élimine la maturation du lait et le refroidissement.

La maturation ?

C'est un moyen, en laissant travailler le lait avant l'empresurage, de favoriser l'acidification par une multiplication des bactéries lactiques. Cela permettra de favoriser la production lactique par production d'acide lactique. La maturation sera globalement un test pour apprécier la capacité d'acidification du lait par le gain d'acidité. **BREWER P., HELBIG N. et HAAARD N.D.(1984).**

b) Le stockage et le report d'une traite

il pourra être fait un seul emprésurage par jour. Pour cela, le lait de soir sera stocké pendant un maximum de 16 heures.

Pourquoi le lait du soir ?

Parce que la nuit étant plus fraîche, il est préférable que le lait soit stocké dans les meilleures conditions possibles.

Le lait devra être stocké à une température maximum de 12°C. pendant ce stockage, il pourra être fait une maturation, il sera ajouté soit du sérum, soit des ferments lactiques du commerce.

Pour faciliter cette maturation, il est préférable de baisser rapidement le lait à une température de 19-20°C après la traite, puis en stockant dans une pièce ou dans un bac d'eau à 9-11°C, le lait refroidira lentement de 20 à 11°C de ce fait, il y aura une multiplication des bactéries lactiques et donc une acidification légère. Le gain d'acidité ne devra pas être supérieur à 8-10°D.

c) Le stockage long du lait : supérieur à 16 heures

Dans ce cas-là, il sera nécessaire de stocker le lait à 4°C pour éviter toute prolifération des bactéries par conséquent on doit avoir un système de réchauffage. Ce procédé permet de reporter

le lait de certains jours (maximum 48 heures) pour permettre un allègement du travail .**Jean-Claude LE JAOUEN.(1983).**

1.2.2. les ferments lactiques

Ce sont des bactéries que l'on trouve naturellement dans le lait mais qui sont également extraites et sélectionnées par des laboratoires et que l'on trouve sous la forme concentrée soit lyophilisé, soit liquide. **ECK A. (1990).**

a) Le lait

il peut être à lui seul un milieu de culture par les contaminations à la traite ou à la fabrication . Pour plus de sécurité, on apportera des ferments lactiques supplémentaires soit par le sérum, soit par les ferments du commerce.

Certains laits arrivent d'eux-mêmes à s'acidifier suffisamment pour obtenir une bonne fabrication . On laissera donc le lait entre 20 et 30°C pour que les ferments du lait puissent se multiplier .

b) Le sérum

il sera pris à partir d'une fabrication qui s'est déroulée correctement. Pour cela, on jugera l'aspect du caillé, qu'il soit donc avec 1 à 2 cm³ de sérum, suffisamment acidifié : de 55 à 65° Dornic (acidité du sérum). les moyens de contrôle sont faibles car on ne connaît pas la composition en bactéries du lait et en cas de caillé douteux ou très légèrement gonflé (coliformes) on devra chercher à renouveler les souches par apport d'un autre sérum (sérum d'un autre fabricant) ou de ferments lactiques du commerce. Le sérum devra être utilisé frais donc d'un caillé prêt au moulage.

c) Les ferments sauvages ou « lait caillé »

Sachant que dans le lait, il ya des ferments lactiques qui peuvent acidifier naturellement le lait, pour être plus sûr de leur capacité, on pourra faire coaguler du lait par acidification et donc obtenir une forme de « yaourt » qui pourra être utilisé comme un ferment.

d) Les ferments du commerce

ce sont des ferments lactiques sélectionnés par des laboratoires qui font une extraction des souches dites lactiques (streptococcus lactis, diacetylactis et cremoris) puis concentration et mise sous la forme liquide ou lyophilisée.

1.2.3. Le caillage et la coagulation

Rappel de chimie

L'élément essentiel de la coagulation est la caséine. Cette dernière se présente sous la forme d'une molécule très grosse et complexe spécifique de la sécrétion lactée. Cette caséine existe dans le lait sous forme de « sub-micelles » dont l'ensemble forme une « micelle », c'est-à-dire de petites particules de phosphocasinat de calcium en suspension.**Michel LEPAGE.(1986).**

a) Le caillage

Le phénomène de caillage se traduit physiquement par la solidification de ces micelles qui vont, en quelque sorte, se souder entre elles pour former un gel compact emprisonnant le sérum de la même manière qu'une éponge s'imprègne d'eau.

Cette « solidification » peut être obtenue par deux voies différentes : la coagulation lactique et la coagulation présure. En réalité, dans la pratique, ces deux modes de coagulation agissent simultanément mais avec une prédominance plus ou moins marquée de l'un ou de l'autre selon que le fromager désire obtenir une pâte à caractère plus présure ou à caractère plus lactique.

b) La coagulation lactique

Autrefois, c'était la plus courante dans la fabrication des pâtes molles et la plus anciennement connue de l'homme car elle se produit spontanément. Les bactéries lactiques présentes naturellement dans le lait vont se développer et attaquer le lactose (sucre) pour le transformer progressivement en acide lactique ou par l'ajout de ferments lactiques du commerce.

Cet acide lactique va progressivement abaisser le pH du lait et lorsque le pH atteindra 4,6 le lait se coagulera en masse. En fait, la coagulation effective commence généralement lorsque le pH est de 5,2 (56 à 60°C) car à ce niveau d'acidification, les micelles du lait perdent leurs propriétés et flocculent.

c) Les mécanismes de la coagulation lactique

Les micelles de caséine sont stables car elles se repoussent par les charges électriques négatives provenant des matières protéiques.

Lors de l'acidification c'est-à-dire la production d'ions H⁺, ces ions neutralisent les charges négatives portées par les micelles. De ce fait, la micelle devenant neutre, il y a rapprochement des micelles les unes vers les autres.

En même temps, une partie de l'eau liée s'éloigne de la micelle ce qui facilite l'agglomération des micelles. Puis l'acidification favorise la migration des sels de calcium liés aux caséines hors de la micelle. Lorsque cette migration est complète et qu'il y a donc déminéralisation totale, la caséine précipite et la coagulation lactique est faite. **BRULE G, LENOIR J, REMEUF R. (1990).**

1.2.4. Le moulage

a) Définition et contrôle

Le moulage correspond à une mise en forme dans des moules ou faisselles de manière à donner l'aspect extérieur et le format du fromage. Il est également facteur d'égouttage par la mise en moule ou par un pré-égouttage en toile ou sac comme complément de moulage.

Le contrôle se fera par la prise d'acidité et l'aspect du caillé dans les récipients.

Cette acidité variera légèrement avec la variation de l'acidité originelle et suivant l'aspect du caillé désiré. **Michel LEPAGE.(1986).**

L'acidité moyenne au moulage est de 55 à 65°D.

Le dessous du caillé doit être lisse avec quelques fissures (2 à 3), et une pâte lisse avec des granulations très faibles. Il y aura 1 à 2 cm³ de sérum en surface.

b) Les Différents types de moulage

En fabrication de type lactique, on différencie deux types de préparation au moulage :

- Le moulage direct
- Le moulage avec pré-égouttage

1) Le moulage direct

C'est avec lui que l'on obtient les pâtes les plus lisses. Le rendement sera le plus important car on brise très peu le caillé lactique. Le moulage se fait soit à la louche, soit à l'écumoire.

L'écumoire donne souvent plus de facilité car le sérum s'évacue avant moulage.

Par contre, il faut voir qu'à la louche, si l'on enlève régulièrement le sérum en moulant, il y aura très peu de petits grains de caillé dans le sérum car la louche évite les brisures.

2) Le moulage avec pré-égouttage

C'est un moyen par lequel on élimine une partie de l'eau du caillé sur filtre pendant un temps variant de ¼ d'heure à 24 heures avant de mettre en moule.

Pour cela, on utilise des toiles ou des sacs de toile.

✓ Les inconvénients

- La pâte granuleuse
- Une manutention supplémentaire

✓ Les avantages

- La régularité au moulage
- L'activation de l'égouttage
- moins de problèmes de séchage

3) Moulage en multi-moules

Peut être utilisé aussi bien en moulage direct ou en préégouttage.

C'est un moyen, en moulant plusieurs fromages à la fois, de gagner du temps sur la phase moulage et sur les retournements.

✓ **Les Inconvénients**

- Les pertes légères au moulage(0,5 à 2%)
- L'investissement de bases important
- La nécessité de mouler des caillés réguliers et fermes

✓ **Les Avantages**

- Le moulage de 30 à 50 fromages à la fois
- La division par 2 ou 3 du temps de moulage
- Le retournement de 30 à 50 fromages à la fois
- Les moules sans fond plus facile à retourner

1.2.5. L'égouttage et les retournements

Pour une mise en forme plus régulière et pour que la forme finale apparaisse, on procèdera à des retournements dans les moules pendant la phase qui va permettre au sérum excédentaire de s'évacuer : *l'égouttage* .**Michel LEPAGE.(1986)**.

a) Les retournements

Ils sont variables en nombre et en intervalles de temps.

Pour des raisons pratiques on procède souvent à un retournement 7 à 8 heures après le moulage pour que les faces passent le même temps au fond du moule.

Il faut savoir que plus on retournera, plus les faces seront régulières, bien fermées, sans trous mécaniques et sans face incurvée qui donnent des défauts de présentation.

Il faut savoir qu'ils favorisent l'égouttage en faisant tasser le caillé dans le moule.

b) L'égouttage

Dans le cas de fabrication mixte à caractère lactique dominant, l'égouttage est spontané, c'est-à-dire qu'il n'y aura pas d'action mécanique (brassage, pressage, etc...) pour activer l'égouttage.

Certaines fois, il est seulement fait un tranchage du caillé avant moulage ou un préégouttage.

✓ **Les facteurs influençant l'égouttage**

- **La table d'égouttage :**

Une table nervurée et ayant une pente correcte (2 à 3%) facilite le départ et l'évacuation du sérum vers la canalisation d'évacuation.

- **Les moules :**

Ils doivent être suffisamment perforés et si possible avec des pieds.

- **La température :**

Elle est primordiale car elle va augmenter, diminuer ou arrêter l'égouttage. Une température froide de 15 à 16°C peut limiter l'égouttage et l'excès d'eau peut faciliter le développement de moisissures indésirables .

1.2.6. Le Salage

a) Définition

Le salage est une opération importante dans la fabrication des fromages notamment pour ceux devant subir une maturation . Il s'insère entre la fin de l'égouttage et le début de l'affinage, en général, immédiatement après le démoulage et avant le séchage.

Cette opération de salage a des effets multiples et certaines qualités spécifiques du produit fini dépendent d'elle . Le sel joue en effet un quadruple rôle dans la conduite de la fabrication fromagère.**Jean Claude LE JAOUEN.(1983).**

b) Les Roles du salage

1) Les Compléments d'égouttage

Le salage va entraîner le passage vers l'extérieur d'eau chargée de lactose, sels minéraux, acide lactique et protéines solubles, et en sens inverse, il y aura rentrée à l'intérieur du fromage de sel fondu dilué par l'eau superficielle.

Cette entrée de sel va provoquer également la sortie de l'eau liée aux micelles de caséine.

2) La Formation du goût

Le sel est un facteur prépondérant dans le goût final du produit. Il atténue le gout typique des résidus de dégradation des matières azotées et matières grasses sur les fromages affinés .

3) La Formation de croûte

Par le salage, le sel se fixe à l'extérieur du fromage, ce qui assèche rapidement la croûte qui sera une pellicule fine et dure, évitant la désagrégation du fromage. Par contre, lors d'un salage trop important, on peut avoir de légers éclatements de la croûte par séchage trop rapide : cela s'appelle des « gerçures » de salage.

4) La Sélection microbienne

La sélection du développement des micro-organismes dépend de deux facteurs liés à la quantité d'eau restante dans le fromage et le taux de sel.

A l'aide de ces deux derniers facteurs, on peut conclure sur la qualité du fromage : Un mauvais égouttage et un mauvais salage peuvent provoquer l'apparition de « mucor » (poil de chat) ou d'oidium (peau de crapaud).

Dans le cas où le fromage serait très acide, la quantité de sel absorbée par la pâte serait plus importante et l'action des enzymes produites par les microbes serait limitée.

1.2.7. Ressuyage et Séchage

Ce sont deux phases qui sont à séparer, mais qui se rejoignent dans le but de complément d'égouttage. **Michel LPAGE.(1986).**

a) Le ressuyage

Le ressuyage est une phase pendant laquelle on laisse les fromages sur grilles, donc après les avoir demoulés, pour commencer à faire travailler les levures et les moisissures.

b) Le Séchage

C'est une action par ventilation d'air sec sur les fromages. Le séchage va éliminer 10 à 20% de l'eau excédentaire, risquant ainsi de provoquer l'apparition de levures et des moisissures indésirables.

Le séchage utilise souvent de l'air extérieur sur les fromages .

Cet air a des inconvénients et pose les problèmes suivants :

Air pris à l'extérieur et soufflé sur les fromages	Conséquences
Chaud et humide (printemps-été)	Sèchent mal : coulures des fromages
Chaud et sec	Sèchent trop vite : coulure par excès de chaleur
Froid et humide	Ne sèchent pas
Froid et sec	Sèchent mal, demandent un réchauffement de l'air

Tableau 3 :Effet de l'air sur le fromage

source : jean-claude LE JAOUEN.(1983)

Les raisons de ces problèmes sont dûes à la non conformité sanitaire de cet air. Celui-ci doit avoir les caractéristiques suivantes : température entre 14 et 16°C et une hygrométrie de 65-70%.

1.2.8. L'affinage

C'est la phase ultime de la fabrication du fromage. Nous avons au départ un produit ayant une forme et un aspect de pâte précis mais il n'a pas encore acquis de saveur particulière. Il présente seulement un goût acidulé qui est assez similaire d'un fromage à l'autre. **Michel LPAGE.(1986).**

1) Les buts et principes

- l'affinage favorisera la formation de goût et d'arôme appelé « flaveur ».
- Il va permettre d'amener la pâte à la texture désirée
- Il provoque une perte d'humidité
- Le lactose disparaîtra et l'acide également pour avoir une remontée vers la neutralité de la pâte.
- il y aura une dégradation des matières azotées ou protéolyse en éléments de base qui également seront des facteurs de goût et d'arôme : acides aminés, peptides, etc.....
- la matière grasse sera aussi transformée (lipolyse) en éléments de base : les acides gras qui également seront des facteurs de goût et d'arôme.

2) Les agents de l'affinage

En effet ce sont les enzymes (substances chimiques), leur action sur les éléments complexes du lait, entraînent la formation de substances chimiques plus simples.

On distingue trois actions principales :

1. les sucres et les acides peuvent être transformés en gaz
2. *la protéolyse* : les matières azotées sont dégradées en peptones, polypeptides, acides aminés et même en ammoniac.
3. *la lipolyse* : les matières grasses sont dégradées en acides gras qui peuvent donner de bon ou mauvais goût (goût de rance).

LES ENZYMES SONT :

- **la présure** : après avoir coupé la caséine dans la micelle, l'enzyme de la présure continue à dégrader les matières azotées à l'affinage.
- les micro-organismes, bactéries, levures et moisissures sécrètent des enzymes pour les besoins de leur alimentation. Ces enzymes sont souvent protéolytiques.

2. La fabrication de type présure

2.1. Généralités :

Comme dans la fabrication mixte à caractère lactique dominant il sera important pour la fabrication présure de favoriser l'action de la présure par les facteurs température et maturation ou non. **ECK A. (1997)**.

Nous décomposerons donc les fabrications présure en deux types :

- ❖ **fabrication mixte avec maturation et emprésurage à chaud(34-36°C)** : Camembert de chèvre, Tome de Provence.
- ❖ **fabrication présure sans maturation** : pâtes pressées, pâtes persillées, pâtes cuites ou demi-cuites.

En fabrication de fromage de chèvre, la fabrication de type présure est une forme peu répandue mais qui est en train d'évoluer dans le cadre de création de nouvelles fabrications. Cela est dû à l'état limité de diversification lactique avec par contre des possibilités importantes en fabrication présure. **Michel LEPAGE.(1986).**

2.2. Descriptif du produit :

Le caillé présure est un caillé qui s'égoutte mal car son réseau de calcium faisant un squelette et donc un gel, le sérum ne peut s'extraire. Il sera nécessaire de pratiquer des actions mécaniques.

On obtiendra un fromage qui sera peu utilisé en frais car la pâte est caoutchouteuse par contre, l'affinage donnera des pâtes différentes, d'onctueuse à ferme.

Suivant le degré d'acidification de la maturation, l'intensité du découpage du gel, les brassages, chauffage et pressage nous donnerons l'extrait sec du fromage, la texture de la pâte et l'évolution de cette texture à l'affinage.

2.3. Différentes phases

2.3.1. Maturation

a) Fabrication mixte type Camembert :

La maturation se fera par un stockage du lait à 12-14°C pendant 12 heures pour obtenir un gain d'acidité de 4 à 8°D. pour cela, on pourraensemencer le lait avec du sérum ou des ferments lactiques pour acidifier le lait.

b) Fabrication présure dominante :

Il n'y aura pas de maturation ou très peu avec un stockage possible à 9-10°C et un maximum de gain de 1 à 2°D.

2.3.2. Coagulation

✓ **RAPPEL :**

Définition légale de la présure animale

La dénomination de la présure est réservée uniquement à l'extrait liquide pâteux ou en poudre provenant de la massération de caillette de jeunes bovidés soumis au régime du lait.

La présure étant formée de deux enzymes : la chymosine, la pepsine, seule la présure ayant plus de 75% de chymosine pouvait prétendre au nom de présure. **Michel LEPAGE.(1986).**

✚ Mécanisme de la coagulation présure

D'après le schéma ci-dessous, nous pouvons voir que la caséine Kappa entoure les autres caséines.

Or dans la coagulation, après que l'action présure soit faite, le calcium réunit les caséines α et β par des ponts car elles sont sensibles à ce sel.

Mais par contre, la caséine Kappa n'est pas sensible. D'où, il faudra éliminer une partie de la caséine Kappa, qui empêche la coagulation.

La présure est avant tout une enzyme, donc sa fonction sera de couper un morceau de la chaîne de la caséine Kappa entre deux acides aminés(entre le 105^e et 106^e acides aminés) la phénylalanine et Méthionine.

Ce sera son seul travail(sinon une action de dégradation des matières azotées à l'affinage).

Ce n'est pas elle qui formera le gel ou le caillé mais c'est le calcium qui fera l'ossature et qui entraînera la formation d'un bloc gélatineux et homogène. **GARNIER J, MUCQUOT G, RIBADEAU S B, MAUBOIS J B. (1968).**

La coagulation se fera à température de 32 à 36°C. Les quantités de présure seront de :

-fabrication mixte typ Camembert : 25cm³ ou ml de présure au 1/10 000^e.

-fabrication présure dominant : 30 à 40cm³ ou ml de présure au 1/10 000^e.

Le temps de coagulation sera très court de ½ heure à 3 heures. Il faudra donc penser, dès l'emprésurage à arrêter tous les mouvements de rotation du lait dans les seaux et bassines.

Schéma simplifié de la micelle de caséine et d'une sub-micelle

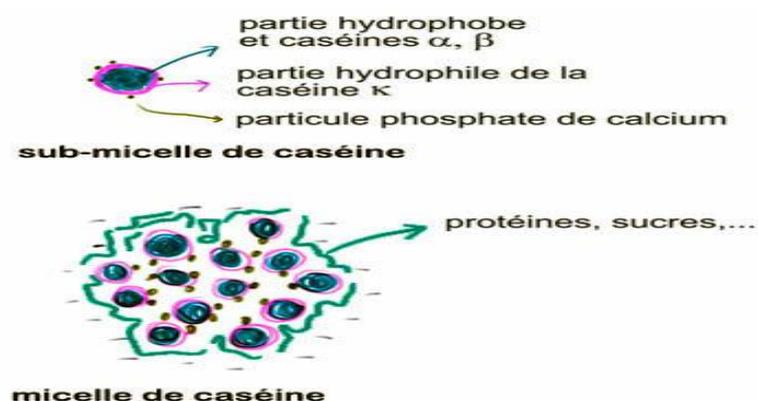


Figure 1

2.3.3. L'égouttage : facteurs favorisants

Toutes ces actions permettront au caillé d'exuder le sérum excédentaire. **ECK A. (1997).**

LES ACTIONS SONT LES SUIVANTES

➤ Le découpage ou tranchage du caillé

Le caillé, en fin de coagulation, sera découpé en cubes ou grains selon le type de fabrication.

Le but du découpage est d'augmenter les surfaces d'échange avec l'extérieur donc les surfaces d'exudation du sérum.

➤ Le délactosage

○ *Principe et but :*

Le délactosage permet de retarder et de diminuer l'acidification pour conserver le caractère présure. Pour cela on enlève du sérum de manière à éliminer l'acidité acquise puis, on ajoute une certaine quantité d'eau à température variable suivant les fabrications qui permet une dilution de l'acide restant.

➤ Le pressage

C'est un moyen qui permet par l'intermédiaire de pression de faire évacuer le sérum qui est entre les grains. Ce pressage sera également un moyen de former le fromage à la forme voulue.

Pour faire ce pressage, on utilisera deux systèmes :

- moule avec rondin de bois
- moule avec foncet plastique

2.3.4. Le salage

Après que le fromage soit formé dans le moule on devra procéder au salage

❖ **Salage des pâtes molles (mixte type camembert)**

Il se fera principalement au sel fin sur toutes les surfaces après le démoulage. Ces fromages pouvant être salés en saumure.

❖ **Salage des pâtes pressées**

Il est quelquefois fait au sel fin en surface ou dans la masse lorsque le fromage est pressé. Le sel sera alors inclus au caillé puis sera mis en forme. Le plus utilisé est le salage en saumure.

2.3.5. Le séchage

On parlera de séchage principalement dans le cas des pâtes molles type camembert.

2.3.6. L'affinage

Le but et les actions sont les mêmes que dans la fabrication lactique. Par contre les conditions de température et d'hygrométrie sont différentes. **Jean-Claude LE JAOUEN.(1983).**

Type de produit	Température de cave	Hygrométrie de cave
Pâte molle type camembert	8-12°C	95-97%
Pâte pressée	10-14°C	85-90%

Tableau 4 :conditions de température et d'hygrométrie

source : Mietton B.(1986)

Partie
expérimentale

PARTIE EXPERIMENTALE :

1. Objectif :

Notre étude expérimentale a pour objectif de faire valoir le lait de chèvre dont le goût est caractéristique et bien prononcé qui diminue sa popularité par rapport au lait de vache , ce lait qui est plein de bienfaits et qui a une consistance presque similaire au lait maternelle , cette valorisation consiste en la fabrication de fromage de chèvre par voie traditionnelle.

2. Les étapes de notre étude expérimentale consistent en :

- + La récolte du lait**
- + Analyses**
- + Etapes de fabrications de fromage par voie traditionnelle**

2.1. La récolte du lait :

Comme le montre bien la photo la traite ce fait manuellement, en ayant les mains préalablement lavées en utilisant comme récipient un seau tout à fait ordinaire bien nettoyé et bien séché.



Photo 1

Figure 03

2.2. Analyse du lait :

Ces analyses ont été faites sur un lait de chèvre de race locale vivant dans des régions steppiques.



Photo 2

Ces analyses consistent en :

- Détermination de la masse volumique.
- Détermination de l'acidité titrable.
- Détermination de la matière sèche totale.
- Détermination du pH.
- Détermination de la teneur en matière grasse (Méthode acido-butyrométrique).

a) Détermination de la masse volumique :

➤ Principe :

La masse volumique à 20°C est déterminée par aréomètre.



Photo 3

b) Détermination de l'acidité titrable :

➤ Principe :

Titration de l'acidité par hydroxyde de sodium en présence de phénophtaléine comme indicateur.



Photo 4

c) Détermination de la matière sèche totale :

➤ Principe :

Dessiccation de l'échantillon, c'est-à-dire un séchage complet qui conduit à une évaporation totale de la quantité d'eau dans l'échantillon.



Photo 5

d) Détermination du pH :

➤ Principe :

Détermination du pH par voie électro-métrique de l'échantillon préparé en utilisant un pH-mètre.



Photo 6

e) Détermination de la teneur en matière grasse (Méthode acido-butyrométrique) :

➤ Principe :

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, on procède à la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans le butyromètre, la séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique.



Photo 7

paramètres	Valeurs obtenues	Valeurs usuelles
Ph	6,68	6,4-6,7
Masse volumique	1,031	1,030
Acidité titrable	17°D	14°D-17°D
Matière sèche totale	15,27	14-16
Teneur en matière grasse	5,4%	3%-4,5%

Tableau5 : comparaison entre les valeurs obtenues et les valeurs usuelles

Discussion du tableau :

Toutes nos valeurs correspondent aux valeurs usuelles, sauf pour la teneur en matière grasse où le taux est supérieur d'environ 1%, cela est dû à la richesse du sol de la région. (Aux alentours de M'sila).

2.3. Etapes de fabrication de fromage par voie traditionnelle :

2.3.1. filtration :

Le lait généralement entreposé dans des bidons ou dans des seaux est filtré afin d'éliminer les éléments grossiers qu'il peut contenir : débris de paille, insectes, poils, etc....

Cette filtration est opérée sur des filtres spécialement conçus pour cet usage au travers d'une simple mousseline.



Photo 8

Il va de soi que le filtre devra être renouvelé après chaque usage car dans le cas d'emploi répété il constituerait un bouillon de culture idéal pour ensemencher les laits des jours suivants.



Photo 9

2.3.2. emprésurage :

a) La présure :

La présure est extraite à partir de caillette de jeunes chevreaux sacrifiés avant leur sevrage, l'extraction se fait à l'aide d'une simple cuillère en raclant bien la paroi de la muqueuse après avoir laissé sécher la caillette.



Photo 10

a) emprésurage proprement dit :

Avant l'emprésurage le lait est légèrement chauffé à une température d'environ 30°C.

La présure est mise dans une compresse propre et y est introduite dans le lait à plusieurs reprises afin de bien imprégner le lait par ses enzymes.



Photo 11

Après on mélange bien à l'aide d'une spatule pour bien homogénéiser le lait.



Photo 12

2.3.3. caillage :

L'emprésurage réalisé, le lait au repos va se prendre en un gel plus ou moins ferme selon l'acidité, la température et la dose de présure utilisée.

Dans notre cas, on se contente d'amorcer la coagulation par une faible dose de présure et laisser l'acidification se développer dans la masse du caillé grâce à un temps de caillage plus long d'où la température du lait ramener à 30°C pour optimiser l'action des ferments lactiques.



Photo 13

2.3.4. moulage et égouttage :

Ces deux opérations sont superposées du fait que le moulage consiste à donner à une certaine masse de caillé une forme déterminée sous laquelle apparaîtra le fromage après égouttage.

Dans notre cas, nous n'utilisons pas de pré-égouttage, l'opération de moulage consiste en la préhension directe du caillé à la louche dans la bassine du caillé pour le déposer en tranche superposées dans les moules. Au cours de cette opération on veille généralement à respecter la structure du caillé telle qu'elle existe dans la bassine.

Le but essentiel de l'égouttage est de régler la teneur en eau du fromage, du fait que notre fromage est une pâte fraîche l'égouttage est relativement court dans le temps, de 2 à 3 jours.



Photo 14



Photo 15



Photo 16

2.3.5. démoulage et retournement :

Le démoulage est une opération qui consiste à retirer de son moule le fromage égoutté et mis en forme tout en ayant la main légère utilisant ainsi le dos de cette dernière pour recevoir le fromage et en tapotant délicatement sur la base du moule.

Ainsi démoulé, ce fromage est retourné de telle sorte que sa face libre est mise sur la base du moule préalablement retourné permettant à l'autre face (face qui se tenait au fond du moule) d'être exposée à l'air ambiant.



Photo 17



Photo 18



Photo 19

2.3.6. salage :

En fabrication fermière de fromage de chèvre, la méthode la plus couramment utilisée consiste à saler les fromages en surface, à la main ou à la passoire, avec du sel fin avant de placer ces fromages au séchage et l'affinage.

Le sel est projeté directement avec la main ou saupoudré à l'aide d'une passoire sur les différentes faces des fromages.



Photo 20

Un tel mode de salage requiert de l'opérateur beaucoup d'adresse et d'expérience car la répartition du sel est rarement régulière.



Photo 21



Photo 22

2.3.7. séchage :

Il consiste à laisser le fromage à l'air ambiant pendant un laps de temps relativement court et cela pour que le fromage prenne de la rigueur et peut être manipulé sans crainte de le casser tout en le gardant bien humide (aspect de pâte fraîche).



Photo 23



Photo 24

2.3.8. l'affinage :

Est la phase ultime de la fabrication du fromage qui va conférer au produit ses caractères définitifs.

Le caillé obtenu après égouttage est une pâte sans saveur très prononcée sinon l'égerment acidulée au goût. Grâce à l'affinage cette pâte sera modifiée dans son aspect et son goût.

Pour ce qui concerne notre travail l'affinage consiste en l'addition de différente herbe ou épice ou autres substances telle que le miel qui conféreront aux fromages le goût voulu sans pour autant laisser reposer les fromages dans des caves où l'hygrométrie et la température est contrôlée.



Photo 25



Photo 26



Photo 27

3. Conclusion :

La chèvre doit être vue comme une espèce qui exploite des sols pauvres et valorise une végétation de moindre intérêt et permet la production de lait.

Notre travail a su réunir entre technique d'industrie fromagère et technique fermière, le but était non seulement de faire valoir le lait de chèvre par sa transformation essentiellement fromagère mais aussi de porter un regard sur ce qui se fait en industrie fromagère par rapport aux petites productions fermières qui ne dépassent pas le cadre familial.

Illustré par des photos, notre travail se veut être une modeste ébauche d'un manuel de vulgarisation d'une technique de fabrication fermière de fromage de chèvre. Ce manuel peut être enrichi et exploité par toute personne intéressé par le fromage de chèvre.

Si les pouvoirs publics s'intéressent à ce secteur en l'inscrivant dans les plans de développement agricole et lui prodiguant toute l'aide nécessaire, le lait de chèvre trouvera une place dans la consommation de l'algérien essentiellement sous forme de fromage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ALAIS C. 1984.** Science du lait. Principes des techniques laitières, Edi, Sepaic., 68 p.
BERRIDGE (1945)
2. **BREWER P. HELBIG N. et HAAARD N.D.1984 :**In: Le fromage, ECK A. (1997).
2^e édition technique & documentation, Lavoisier, Paris, 891 p.
3. **BRULE G, LENOIR J, REMEUF R. 1990 :** La micelle et la coagulation du lait. In
ECK : le fromage de la science à l'assurance de la qualité. 3ed. Ed, Technique de
documentation.
4. **CLEC.19 88 :** la microbiologie du lait, centre d'enseignement laitier par
correspondance. In : BOUTAKHEDMIT ,2004 : Analyses microbiologique du lait cru,
thèse Ecole Nationale Vétérinaire.
5. **ENIL DE SURGERE.1984 :** Le lait de chèvre, les fromages de chèvres, Revue des
ENIL N°28 ISBN 92-20534-6.
6. **ECK A., 1997.** Le fromage. 3e édition technique & documentation, Lavoisier, Paris.
7. **GARNIER J, MUCQUOT G, RIBADEAU S B, MAUBOIS J B.1968 :** Coagulation du
lait par la présure. Ann. Nutr. Alim, Vol. 22.
8. **GRIPON J.C.1985:** Le fromage, ECK A. (1997). 2^e édition technique &
documentation, Lavoisier, Paris,
9. **Jean-Claude LE JAOUEN.1983 :** La fabrication du fromage de chèvre fermier, 3e
EDITION.
10. **LUQUET F.M.1986 :** Le lait et les produits laitiers : Vache, Brebis, Chèvre. Tome
III : Edition technique et documentaire. Paris(France).
11. **Michel LEPAGE.1986 : *LE FROMAGE DE CHEVRE FERMIER* UNE REALTE,
LA TECHNIQUE FROMAGERE UNE NECESSITE.**
12. **MITTON B.1986 :** Composition du lait et aptitudes fromagères. Revue des ENILN°
109.
13. **MORAND FEHR P.1986 :** Données récentes sur la composition du lait de chèvre.
14. **REMEUF F.1985 :** Caractéristique physico-chimiques des laits de chèvre. RLF
N°446.
15. **ROZIER J, CARLIER V, BOLNOT F.1985 :** Bases microbiologiques de l'hygiène
des aliments. SEPAIC.

Résumé :

Le lait de chèvre a toujours été délaissé à cause de son goût légèrement prononcé laissant ainsi ses vertus non exploitées comme elles devraient l'être, vu que sa composition est la plus proche de celle du lait maternel. La fabrication de fromages reste dans le monde la principale source de valorisation du lait de chèvre s'appuyant la plupart du temps sur des techniques traditionnelles fermières d'où notre objectif.

Dans le présent mémoire nous avons tenté de réunir d'une façon globale entre technique industrielle et technique fermière.

Dans la partie théorique nous avons passé en revue la technique fromagère qu'elle soit de type lactique ou de type présure. Dans la partie expérimentale nous avons exécuté et montré la technique de fabrication du fromage de chèvre par voie traditionnelle illustrée par des photos expliquant méthodiquement toutes les étapes nécessaires à cette fabrication.

Mots clés : lait de chèvre ; fromage ; technique traditionnelle fermière ; technique industrielle ; fabrication lactique ; fabrication type présure.

Abstract:

Goat's milk has always had set aside having regard to its slightly pronounced taste leaving his virtues, non-operated as they should be, for the reason that is the nearest to the maternal milk.

The manufacture of cheese remains the main source of valorization of milk, using most of the time of fowls traditional techniques which is our objective. This thesis has brought together a global basis between industrial technology and farmer.

The theoretical part discusses cheese technics: whether manufacture lactic or rennet production and the experimental part consists of the cheese by traditional means, illustrated with photographs explaining all the steps necessary to manufacture cheese.

Keywords: goat milk, cheese, farm traditional technique, industrial technology, manufacturing lactic manufacture rennet

المخلص:

يعتبر حليب الماعز الأقرب من الناحية التركيبية إلى حليب الأم، و لكن يبقى محدود الإستغلال بسبب مذاقه الخاص. في حين تكمن القيمة الأساسية لحليب الماعز في صناعة الأجبان، معتمدة في غالب الأحيان على أساليب تقليدية و التي هي موضوع أطروحتنا. من خلال عملنا هذا جمعنا بصفة عامة بين الأساليب الصناعية الحديثة والأساليب الصناعية التقليدية. الجانب النظري يتناول بصفة خاصة تقنية صناعة الأجبان بنوعيتها: بإستعمال حمض لين و بإستعمال المنفحة. الجانب التجريبي يتطرق إلى صناعة الجبن بأسلوب تقليدي موضح بصور تشرح نموذجيا كل خطوات الضرورية لصناعة الجبن. **الكلمات المفتاحية:** حليب الماعز، جبن، تقنية تقليدية ريفية، تقنية صناعية، صناعة بإستعمال حمض اللبن، صناعة بإستعمال المنفحة.

